

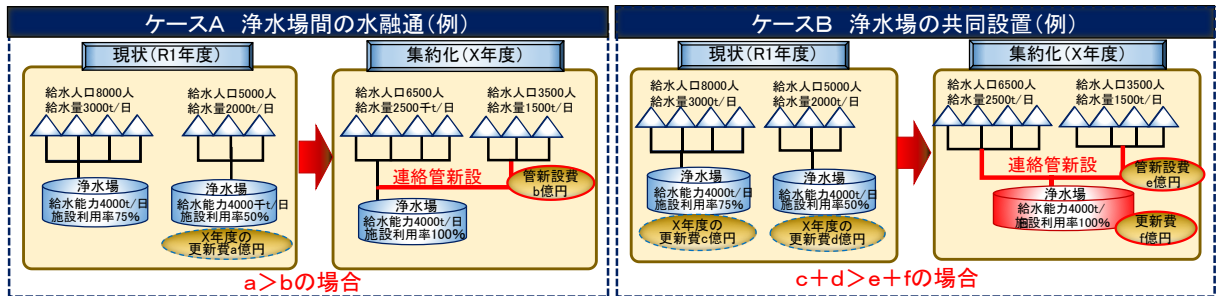
2 ハード連携シミュレーション

(1) ケースの設定

施設の共同設置・共同利用等について、次のケースを設定してシミュレーションを行い、その効果を算定しました。

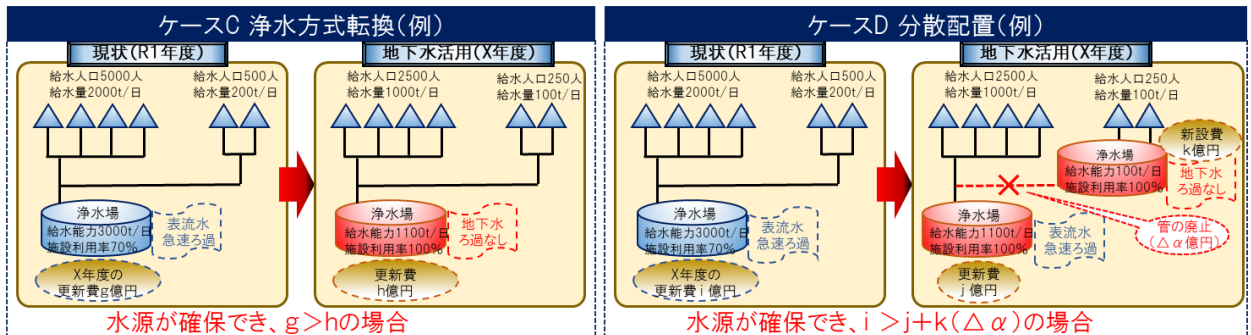
ア 浄水場集約ケース

浄水場の余力を活用し、既存浄水場を共同化して水融通を行うケースA、共同浄水場を新設するケースBを設定しました。



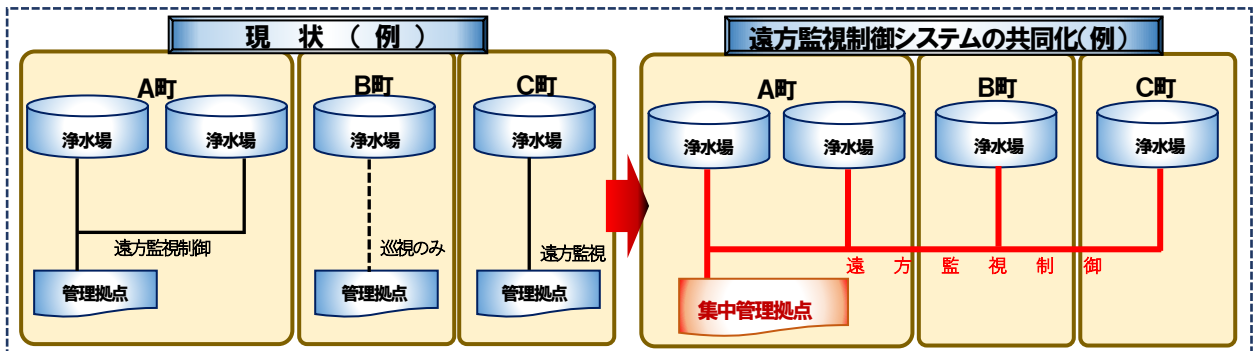
イ 水源活用ケース

地下水源を活用し、浄水方式をろ過なしに転換するケースC、飛び地の給水区域などをろ過なしに転換して分散配置とするケースDを設定しました。



ウ 浄水場の遠方監視制御システムの共同化

地域内で1箇所集中管理拠点を設けて浄水場の遠方監視制御システムを共同化するケースを設定しました。



(2) シミュレーション結果

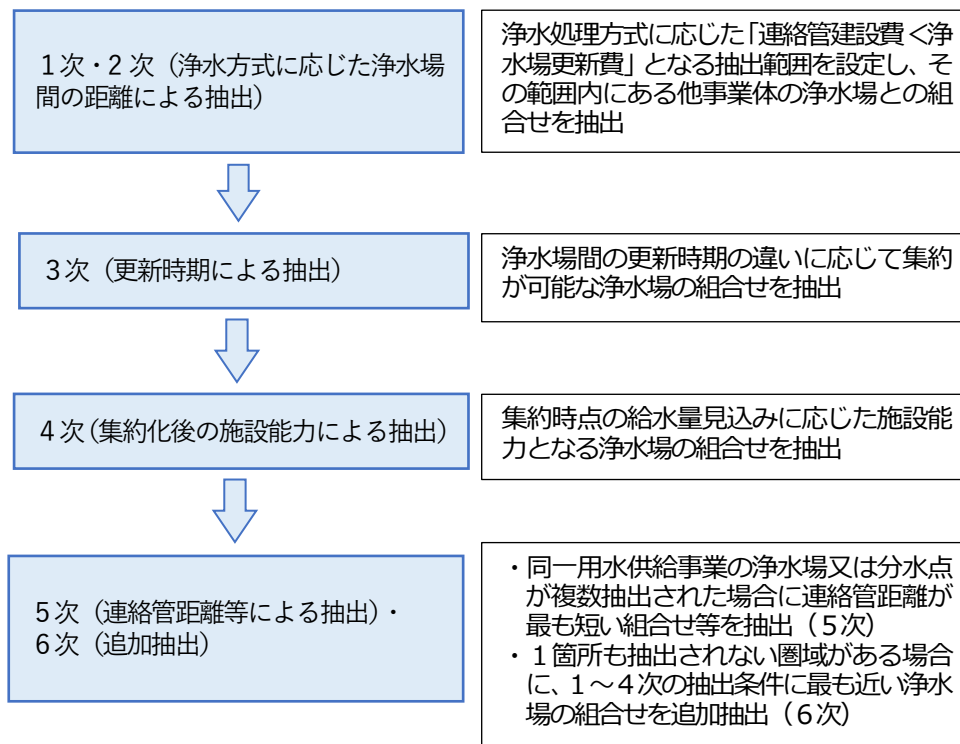
ア 浄水場集約ケース

(ア) 前提条件

- 原則、令和50年度までに法定耐用年数(60年)^{※1}又は実使用年数(73年)^{※2}に達する道内の水道事業・用水供給事業の全ての浄水場を対象とし、用水供給事業の分水施設も対象とした。
- 浄水場の位置、処理方式は現状維持とし、コスト面で有利な「ろ過なし」浄水場は維持。
- 原則、更新時期は実使用年数に達する時期とし、前倒しはしない。
- 集約化時の施設能力は既存浄水場の能力範囲内。

(イ) 浄水場集約ケースの抽出方法

次の1次～6次のふるい分けにより、集約化でコスト低減の可能性のある浄水場の組合せを抽出しました。



抽出フロー（浄水場集約ケース）

【1次・2次抽出】

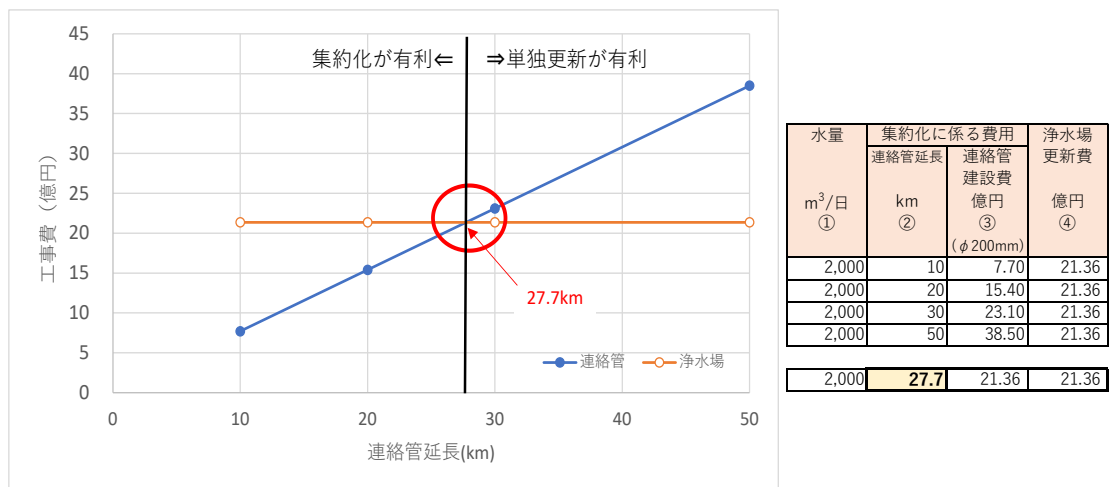
浄水場処理方式ごとに「連絡管建設費<浄水場更新費」となる抽出範囲を設定し、その範囲内にある他事業体の浄水場との組合せを抽出しました。

○浄水場更新費については、道内の標準的な規模から急速ろ過方式の場合は2,000m³/日で21.36億円、緩速ろ過方式の場合は500m³/日で6.20億円、膜ろ過方式の場合は600m³/日で17.47億円と算定しました。経費については「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き」（厚生労働省）に掲載されている各種の費用関数に基づき算定しました（以下同様。）。

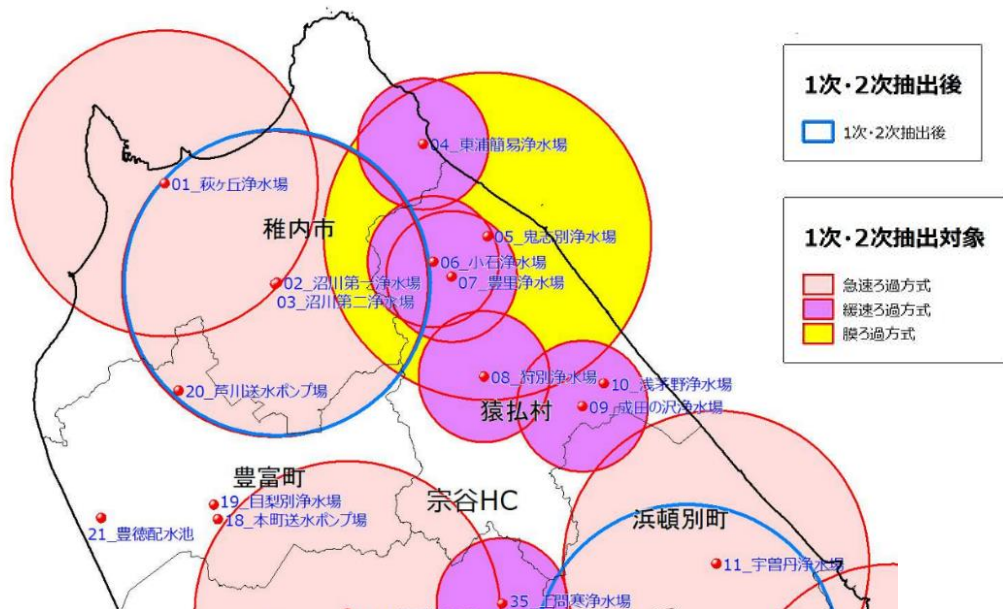
※1 地方公営企業法施行規則の「構築物—水道用又は工業用水道のもの—浄水設備」参照

※2 アセットマネジメント簡易支援ツール(厚生労働省)の「実使用年数に基づく更新基準の設定例」(土木構造物)参照

- 連絡管建設費については、急速ろ過方式の場合は口径 200mm で 1 m 当たり 77 千円、緩速ろ過方式の場合は口径 110mm で 1 m 当たり 61 千円、膜ろ過方式の場合は口径 120mm で 1 m 当たり 62 千円として延長を乗じて算定しました。連絡管の口径については水量を変数とした経済口径の算定式（水道施設設計指針 1990）に基づき算定しました（以下同様。）。
- 浄水場更新費と連絡管建設費を比較し、「連絡管建設費<浄水場更新費」となる連絡管延長の上限について、急速ろ過方式の場合は 27.7km、緩速ろ過方式の場合は 10.2km、膜ろ過方式の場合は 28.2km と算定しました。
- 公道に沿って山などを迂回して連絡管を布設することを考慮して、浄水場間の距離は連絡管延長の 1/2 程度と仮定し、急速ろ過方式の場合は 14km、緩速ろ過方式の場合は 6 km、膜ろ過方式の場合は 15km を半径とする円を抽出範囲としました。



急速ろ過方式の場合の連絡管建設費と浄水場更新費の比較

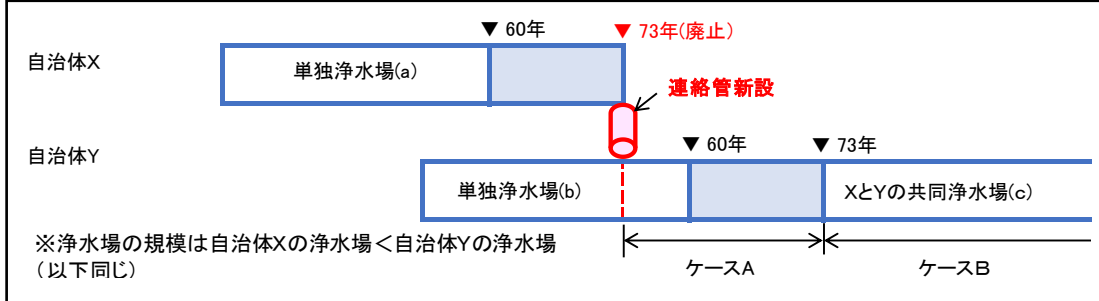


浄水場集約ケースの1次・2次抽出図（稚内地域の一部）

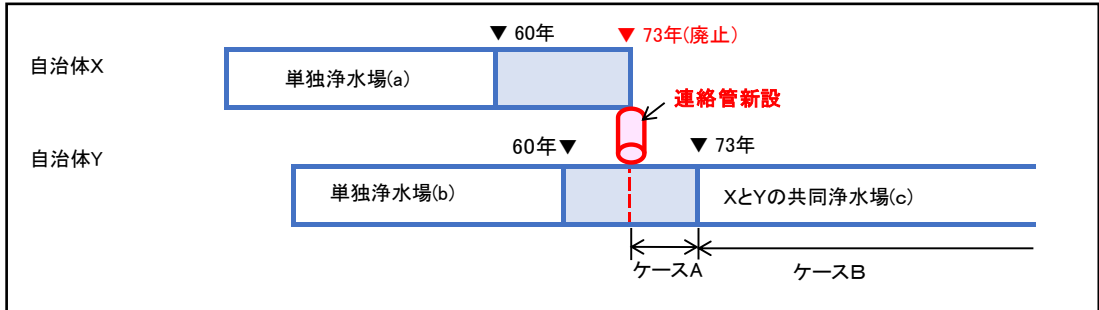
【3次抽出】

浄水場間の更新時期の違いに応じて集約化が可能な浄水場の組合せを抽出しました。以下の4つの抽出パターンを設定の上、パターン1～3に該当するものを抽出し、パターン4に該当する場合は抽出対象外としました。

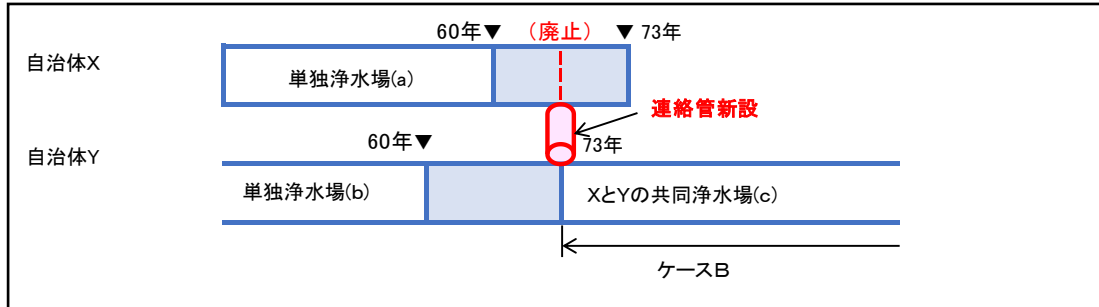
○パターン1 ケースA(既存浄水場の共同化) ⇒ ケースB(共同浄水場の新設)



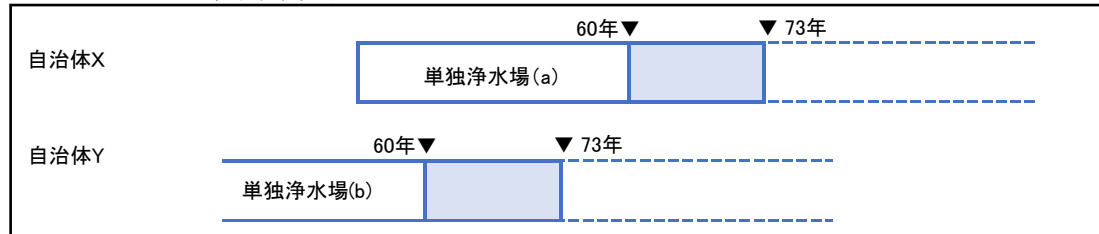
○パターン2 ケースA(既存浄水場の共同化) ⇒ ケースB(共同浄水場の新設)



○パターン3 ケースB(共同浄水場の新設)



○パターン4 ※抽出対象外



浄水場集約ケースの3次抽出パターン

(ウ) 浄水場集約ケースの抽出結果

上記の条件を設定して全道一律に抽出を行った上で、関係自治体へのヒアリング結果を踏まえてシミュレーション結果の修正や抽出除外等の必要な調整を行い、最終的に全道で計31組の浄水場の組合せを抽出しました(資料編65ページ参照)。

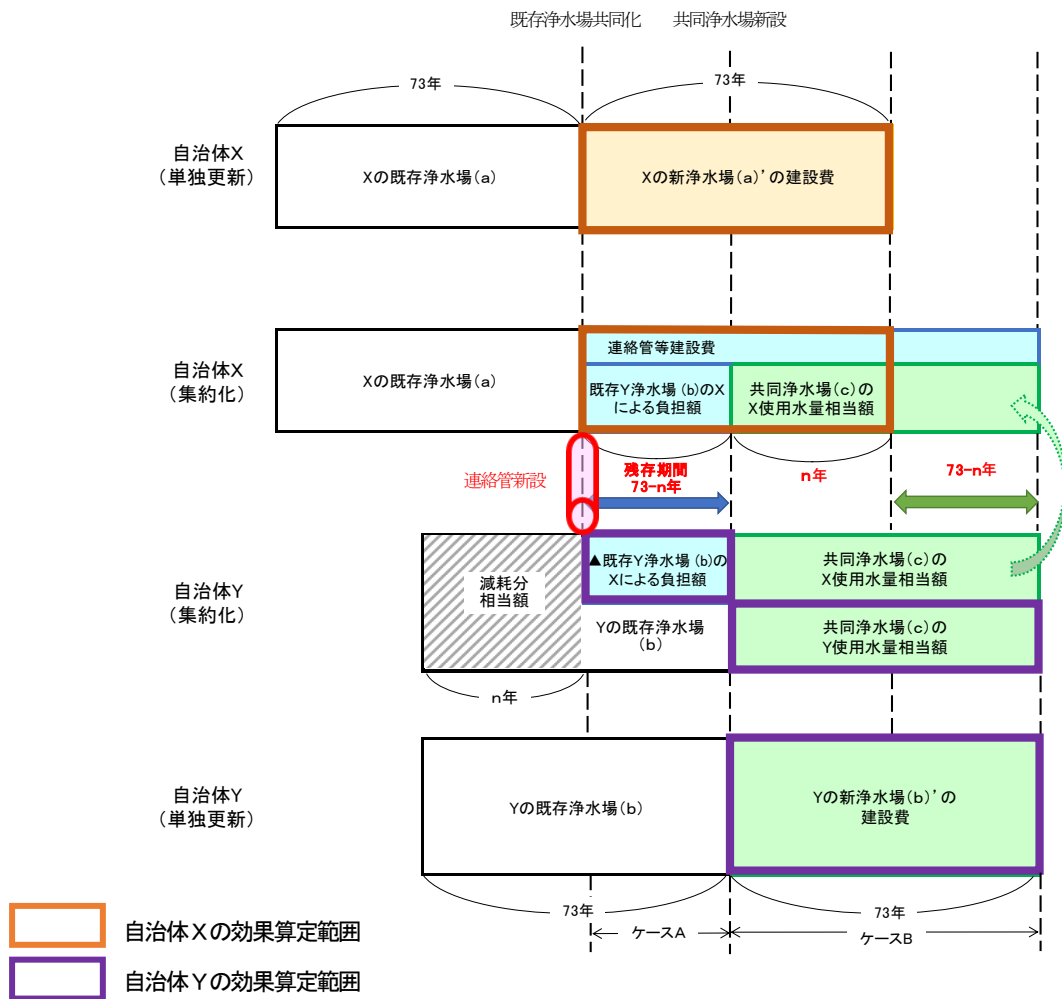
(エ) 浄水場集約ケースの効果の算定

抽出した 31 組の組合せについて、個別に概略施設計画を作成し、単独更新時と集約化時の経費の比較により効果を算定しました。

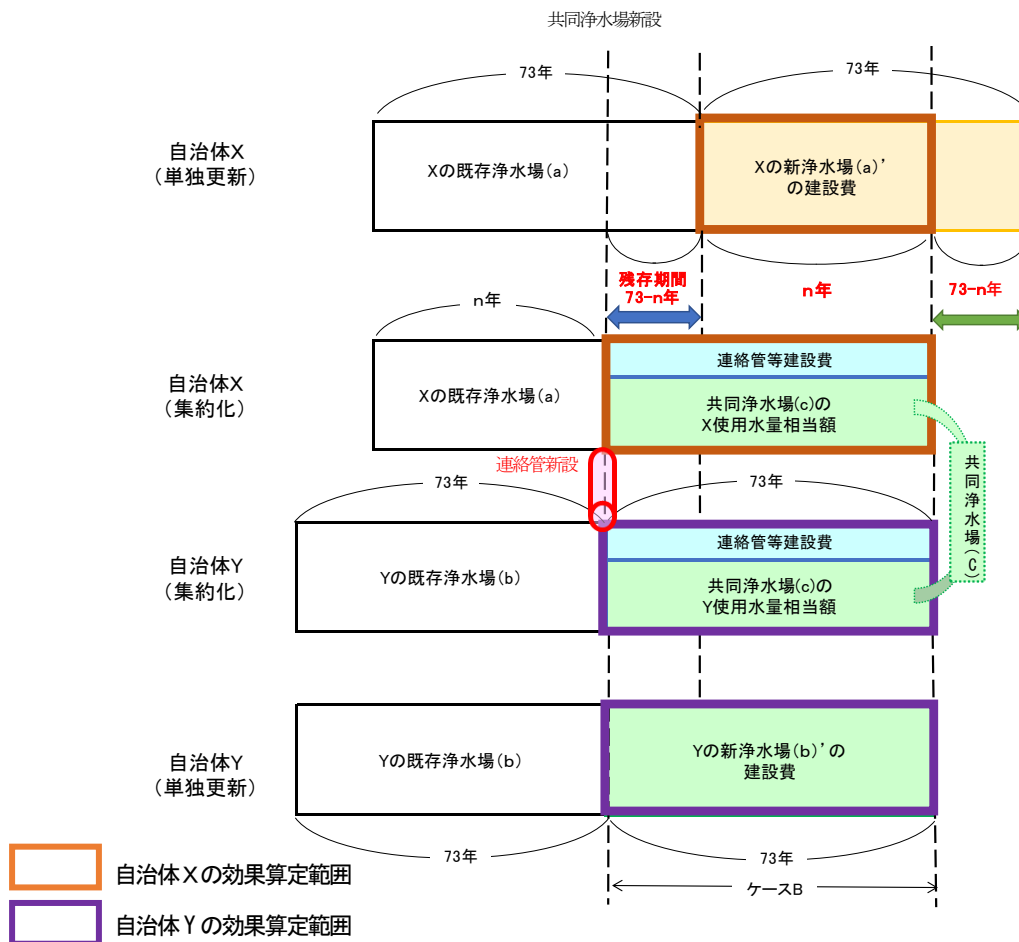
$$\text{効果額} = \text{「集約化時の経費」} - \text{「単独更新時の経費」}$$

【概略施設計画の作成】

- 公道最短ルートを基本に連絡管のルートや延長を設定した上で、水量や標高差などを考慮して連絡管口径や送水ポンプ規模を設定。
- 集約化時の浄水場の施設能力や水量比率を設定。
- 単独更新時、集約化時における浄水場や連絡管などの建設費（実使用年数 73 年間に最低 1 回の機械・電気設備の更新を見込み、その経費も計上。以下同じ。）のほか、維持管理費、薬品費などの運営管理費を算定するとともに、共同浄水場に係る経費を水量比率で按分し、受水側の自治体 X、送水側の自治体 Y それぞれの単独更新時と集約化時の経費を算定（資料編 66～67 ページ参照）。
- 国庫補助や交付税措置などの財政措置を考慮して単独更新時と集約化時における自治体の実質負担額を算定、比較し、集約化の効果を算定（資料編 69～71 ページ参照）。



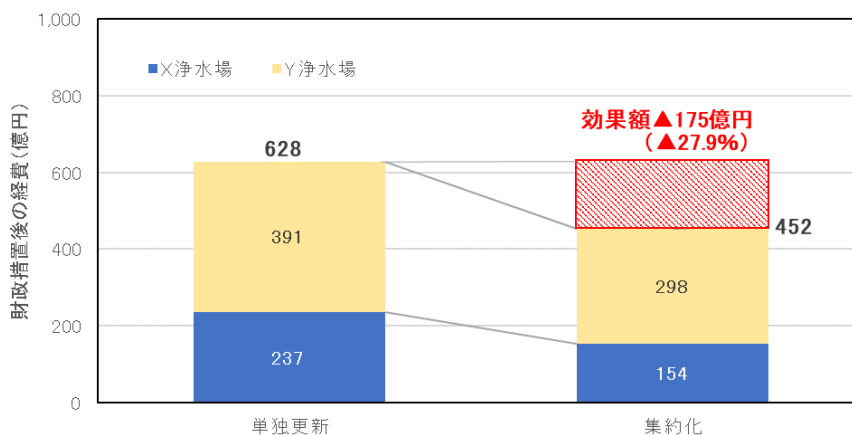
浄水場集約ケースのパターン 1 及び 2 の効果算定図（建設費）



浄水場集約ケースのパターン3の効果算定図（建設費）

【効果算定結果】

- 抽出した31組の自治体ごとの効果額の範囲は▲23億円～20億円、自治体X・自治体Yとも集約化による削減効果があったのは計13組で（全体の4割程度）、組合せによって効果額（率）が大きく異なり効果のレベルに違いがありました（資料編72、74、75ページ参照）。
- 削減効果があった13組について、仮に全て実現した場合の効果額を合計すると、▲175億円（▲27.9%）となりました。



全道の「浄水場集約ケース」の経費（建設費＋運営管理費）・効果額の合計
（自治体X・自治体Yともに削減効果ありの組合せが仮に全て実現した場合の合計）

【考察】

○抽出した組合せの4割程度で削減効果がありましたが、今後、浄水場集約の実現に向けた具体的な検討を行うに当たっては、次の事項に留意の上、地域の実情を踏まえたより詳細な施設計画の作成や経費の精査が必要です。

- ・本シミュレーションは一定の条件を設定して全道一律に行ったもので、条件として設定した補正值などの変動や物価の高騰によって算定した経費や効果額が変動する可能性
- ・新設連絡管の用地費や水利権の移譲に係る費用などはシミュレーションで見込むことが困難
- ・地理的要因等により想定したルートでは連絡管の施工が困難又は経費が高騰する場合
- ・地域によって営農用水などの用途別使用水量の増加や給水区域の拡張が見込まれる場合
- ・近年の大雨時の水源水質悪化や災害時を考慮し、浄水場の維持を優先する場合

○抽出したが削減効果がなかった組合せや、今回は抽出除外となった組合せであっても、次のような実態に合わせた検討などを行うことにより、削減効果ありとなる可能性があります。

- ・地域の実情に応じた更新時期の前倒しや送水側の浄水場の再設定（シミュレーションでは現状で規模の小さい浄水場を使用廃止し規模の大きい浄水場を送水側として維持する想定だが、将来の水需要が逆転する場合には規模の小さい浄水場を送水側とする可能性がある。）
- ・浄水場の位置の変更、配水池への連絡管接続（配水池や給水区域の集約化を含む。）、既存の配水管の活用などによる連絡管ルートの変更や連絡管延長の短縮
- ・水質変化に伴う単独更新時の処理方式の高度化、地下水源の活用による共同浄水場の処理方式の簡素化
- ・3箇所以上の浄水場集約、浄水場集約と浄水方式転換の組合せ
- ・今後、浄水場集約に係る連絡管新設事業が国庫補助対象となった場合

○受水側の自治体Xでは削減効果がなかったものの、送水側の自治体Yでは削減効果があり、合計すると削減効果ありとなる組合せについては、次の例のように事業費の配分を再検討することで、両者ともに削減効果ありとなる可能性があります。この場合、双方が利益を分かち合えるような合意点を見出せないかという観点で議論する必要があります。

集約化の事業費配分の再検討のイメージ

項目	事業費（建設費等）		集約化の削減効果	備考
	集約化	単独更新		
自治体X	600	400	200	集約化>単独更新で、削減効果なし
自治体Y	800	1,200	▲400	集約化<単独更新で、削減効果あり
合計	1,400	1,600	▲200	集約化は不成立



項目	事業費（建設費等）		集約化の削減効果	備考
	集約化	単独更新		
自治体X	300	400	▲100	集約化<単独更新で、削減効果あり
自治体Y	1,100	1,200	▲100	集約化<単独更新で、削減効果あり
合計	1,400	1,600	▲200	集約化は成立可能

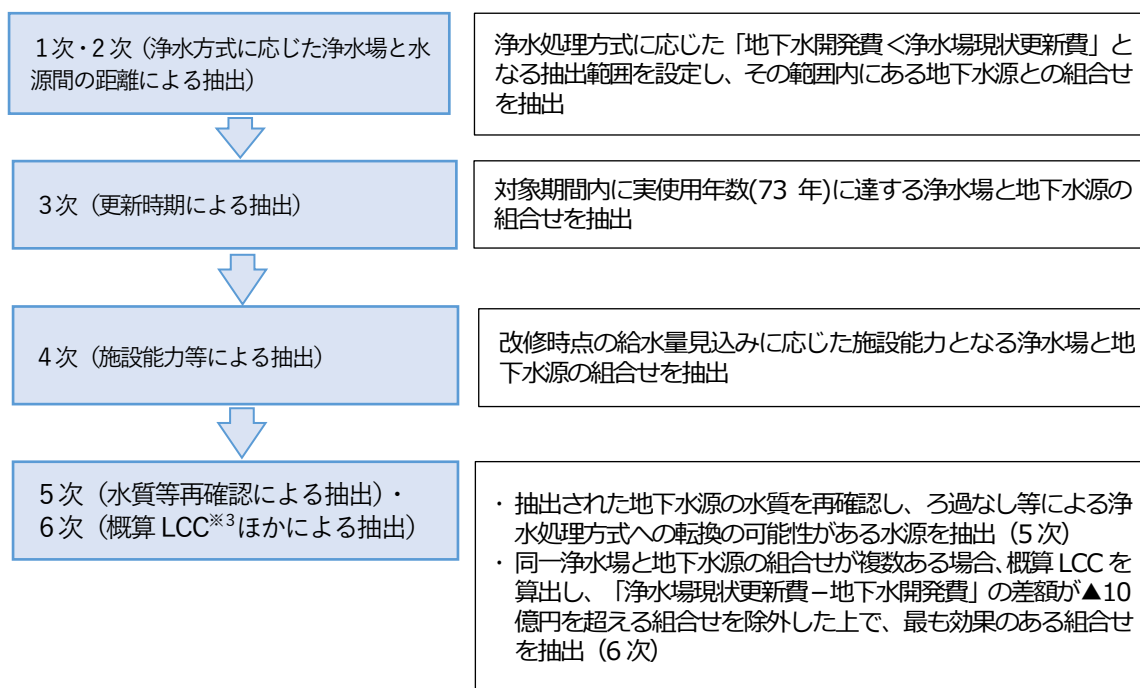
イ 水源活用ケース

(ア) 前提条件

- 令和50年度までに実使用年数(73年)に達する道内の「ろ過あり」浄水場を対象とした。
- ケースDについては長距離連絡管による飛び地の給水区域などを有する浄水場を対象とした。
- 水源や浄水場の位置は現状維持とし、転換後の浄水方式については「ろ過なし」又は除鉄・除マンガン処理とした。
- 浄水場集約ケースと同様、更新時期は実使用年数に達する時期とし、前倒しはしない。
- 地下水源については、既存の「ろ過なし」浄水場の水源又は北海道水理地質図・水理地質図幅説明書(以下「水理地質図」という。)※¹に掲載されている良質な水源※²を活用するものとし(自治体の行政区域の内・外、所有権の有無は考慮しない)、施設能力は既存浄水場の余剰水量(見込み)又は掲載されている揚水量の範囲内。

(イ) 水源活用ケースCの抽出方法

次の1次～6次のふるい分けにより、浄水方式転換でコスト低減の可能性のある浄水場と地下水源の組合せを抽出しました。



抽出フロー (水源活用ケースC)

※1 北海道立地下資源調査所(現地方独立行政法人北海道立総合研究機構産業技術環境研究本部エネルギー・環境・地質研究所)作成

※2 水理地質図の水質良否の判定基準に基づき、Cl(塩化物イオン)・Fe(鉄)・COD(KMnO₄消費量)・色度の4項目が「良」(水道法に基づく各項目の水質基準内)又はFeのみが「やや不良」(0.31~1.00mg/L)、他項目は「良」の水源

※3 ライフサイクルコストの略称で、建物の設計・施工・維持管理などライフサイクルにわたって発生する費用の総額

【1次・2次抽出】

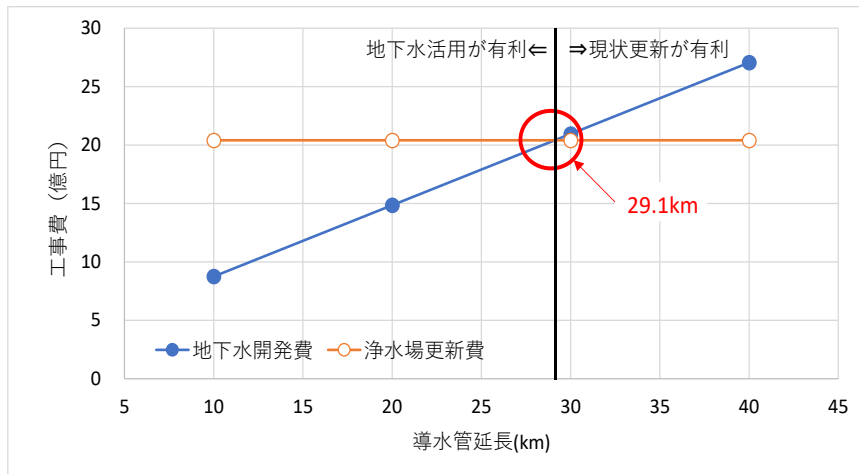
浄水場処理方式ごとに「地下水開発費<浄水場更新費」となる抽出範囲を設定し、その範囲内にある地下水源との組合せを抽出しました。

○浄水場更新費については、道内の「ろ過なし」浄水場の標準的な規模から対象となる浄水場の規模を500m³/日と設定し、急速ろ過方式の場合は20.40億円、緩速ろ過方式の場合は6.20億円、膜ろ過方式の場合は17.42億円と算定しました。

○地下水開発費については、口径110mmで1m当たり61千円として延長を乗じて導水管の建設費を算定、水理地質図における各地区の最大揚水量の井戸の平均深さ75mを参照して井戸の建設費を0.39億円、調査費を0.16億円と算定、「ろ過なし」浄水場の建設費を2.10億円と算定しました。井戸の調査費については、「水道事業実務必携 請負工事標準歩掛」の「第2節さく井工パーカッション工歩掛表」に掲載されている各種の歩掛表に基づき算定しました（以下同様。）

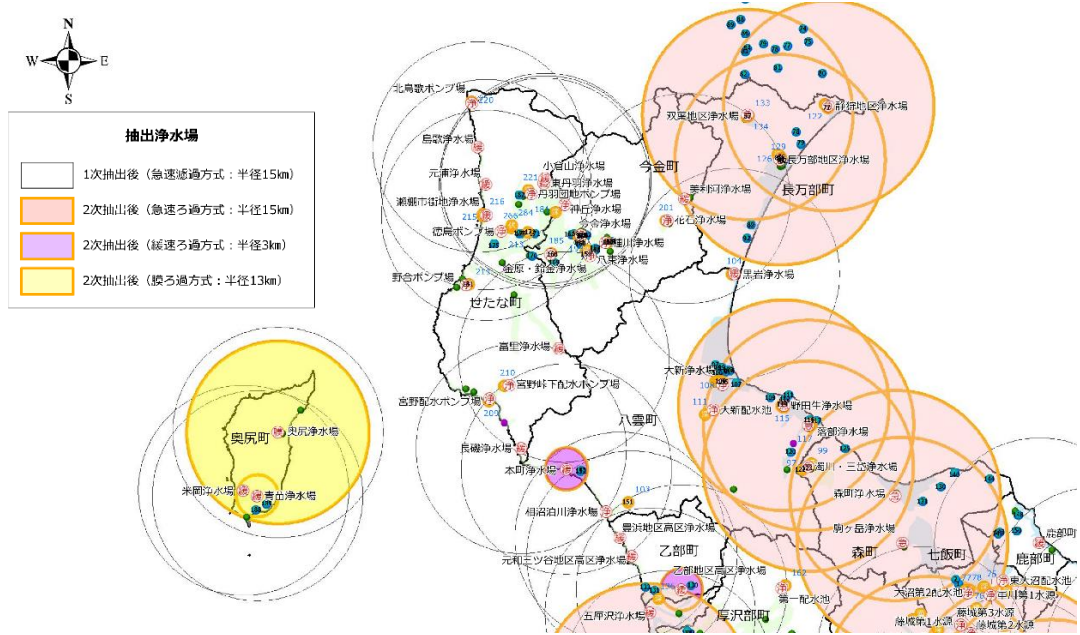
○浄水場更新費と地下水開発費を比較し、「地下水開発費<浄水場更新費」となる導水管延長の上限について、急速ろ過方式の場合は29.1km、緩速ろ過方式の場合は5.8km、膜ろ過方式の場合は24.2kmと算定しました。

○公道に沿って山などを迂回して導水管を布設することを考慮して、浄水場と地下水源間の距離は導水管延長の1/2程度と仮定し、急速ろ過方式の場合は15km、緩速ろ過方式の場合は3km、膜ろ過方式の場合は13kmを半径とする円を抽出範囲としました。



水量 m ³ /日 ①	地下水開発費						浄水場 更新費 億円 ⑧
	導水管 延長 km ②	導水管 建設費 億円 ③ (φ110mm)	井戸 建設費 億円 ④	井戸 調査費 億円 ⑤	ろ過なし浄水場等 建設費 億円 ⑥	計 億円 ⑦ ②~⑥	
500	10	6.10	0.39	0.16	2.10	8.75	20.40
500	20	12.20	0.39	0.16	2.10	14.85	20.40
500	30	18.30	0.39	0.16	2.10	20.95	20.40
500	40	24.40	0.39	0.16	2.10	27.05	20.40
500	29.1	17.75	0.39	0.16	2.10	20.40	20.40

急速ろ過方式の場合の地下水開発費と浄水場更新費の比較



水源活用ケースC の1次・2次抽出図（渡島・檜山圏域の一部）

(ウ) 水源活用ケースCの抽出結果

上記の条件を設定して全道一律に抽出を行った上で、関係自治体へのヒアリング結果を踏まえてシミュレーション結果の修正や抽出除外等の必要な調整を行い、最終的に全道で計25組の浄水場と地下水源の組合せを抽出しました（資料編65ページ参照）。

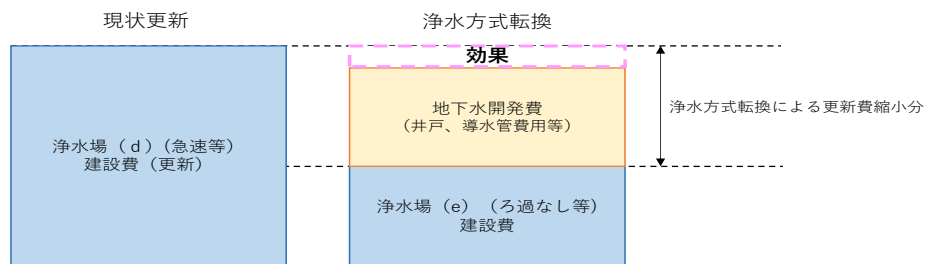
(エ) 水源活用ケースCの効果の算定

抽出した25組の組合せについて、個別に概略施設計画を作成し、現状更新時と浄水方式転換時の経費の比較により効果を算定しました。

$$\text{効果額} = \text{「浄水方式転換時の経費」} - \text{「現状更新時の経費」}$$

【概略施設計画の作成】

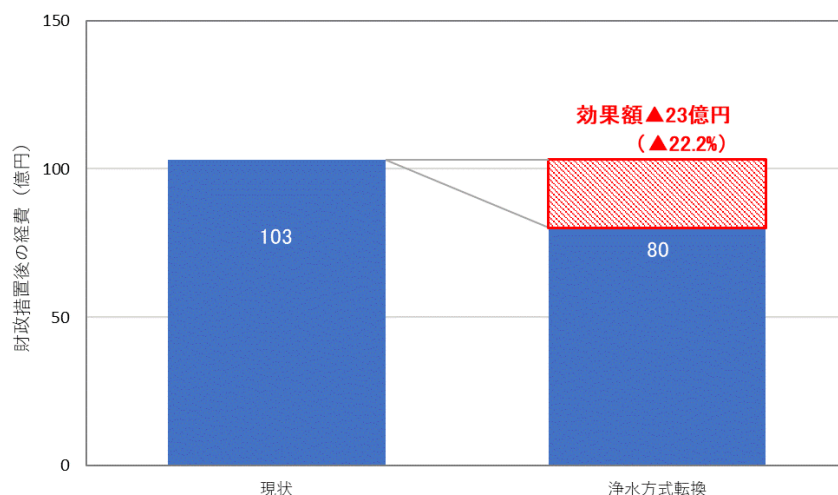
- 公道最短ルートを基本に導水管のルートや延長を設定した上で、水量や標高差などを考慮して導水管口径や導水ポンプ規模を設定。
- 水理地質図の情報などをもとに、井戸の深さや転換時の浄水方式（除鉄・除マンガン装置の有無）・施設能力を設定。
- 現状更新時、浄水方式転換時における浄水場や導水管などの建設費のほか、維持管理費、薬品費などの運営管理費を算定し、現状更新時と浄水方式転換時の経費を算定（資料編68ページ参照）。
- 国庫補助や交付税措置などの財政措置を考慮して現状更新時と浄水方式転換時における自治体の実質負担額を算定、比較し、浄水方式転換による効果を算定（資料編69～71ページ参照）。



水源活用ケースCの効果算定図（建設費）

【効果算定結果】

- 抽出した25組の効果額の範囲は▲11億円～24億円、浄水方式転換による削減効果があったのは計11組で（全体の4割程度）、組合せによって効果額（率）が大きく異なり効果のレベルに違いがありました（資料編73～75ページ参照）。
- 削減効果があった11組について、仮に全て実現した場合の効果額を合計すると、▲23億円（▲22.2%）となりました。



全道の「水源活用ケースC」の経費（建設費＋運営管理費）・効果額の合計
（削減効果ありの組合せが仮に全て実現した場合の合計）

【考察】

○抽出した組合せの4割程度で削減効果がありましたが、今後、浄水方式転換の実現に向けた具体的な検討を行うに当たっては、次の事項に留意の上、地域の実情を踏まえたより詳細な施設計画の作成や経費の精査が必要です（ケースDも同様）。

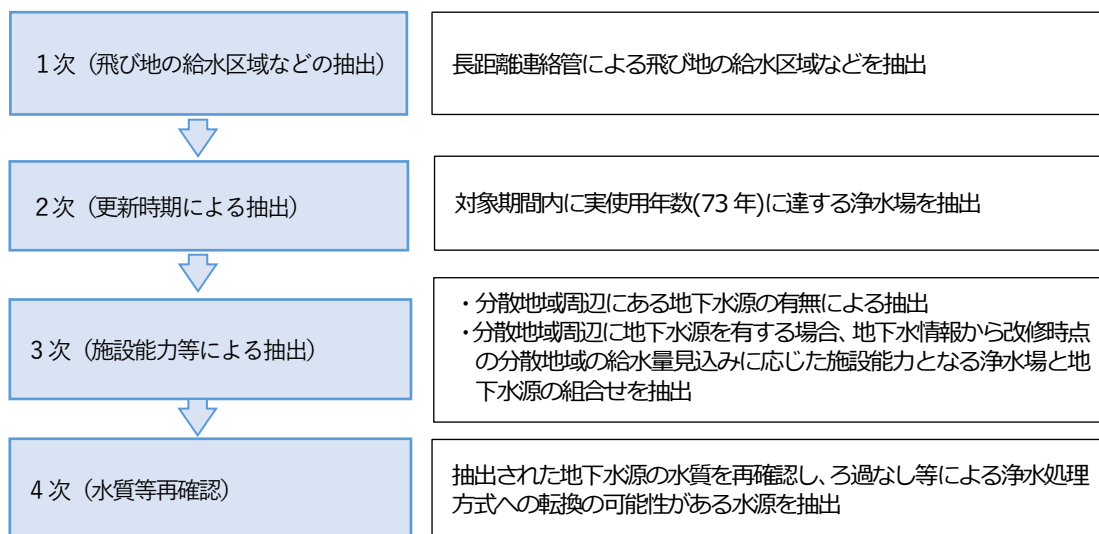
- ・本シミュレーションは一定の条件を設定して全道一律に行ったもので、条件として設定した補正值などの変動や物価の高騰によって算定した経費や効果額が変動する可能性
- ・既存の取水・導水施設の更新費や新設の取水・導水施設に係る用地費などはシミュレーションで見込むことが困難
- ・水理地質図のデータが古く、水量・水質などの情報が現況とは異なる可能性
- ・地域によっては開発規制等で地下水が採取できない可能性

○抽出した削減効果がなかった組合せや、今回は抽出除外となった組合せであっても、次のような実態に合わせた検討などを行うことにより、削減効果ありとなる可能性があります。

- ・地域の実情に応じた更新時期の前倒し
- ・ボーリング調査等による水源の水量や水質の状況把握（水理地質図では水量や水質が不明なため浄水場の位置に比較的近い場所にあっても非抽出扱いとなった水源が多くあったが、ボーリング調査等で水量や水質に支障がないことを確認できる場合）
- ・取水施設や浄水場の位置の変更による導水管ルートの変更や導水管延長の短縮（既存の浄水場の位置により近い場所に取水施設を設置できる場合や、ろ過なしで簡易な施設のため取水施設の近くに浄水場を設置できる場合）
- ・水質変化に伴う現状更新時の処理方式の高度化、実際の地下水位を踏まえた浄水方式転換時の取水ポンプ揚程の短縮
- ・2箇所以上の浄水方式転換、浄水場集約と浄水方式転換の組合せ

(オ) 水源活用ケースDの抽出方法

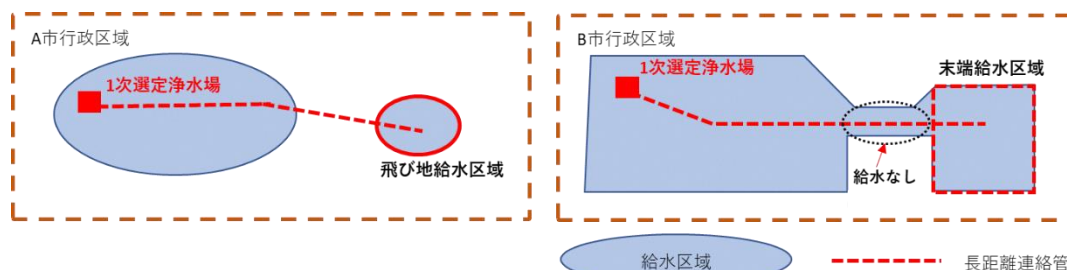
次の1次～4次のふるい分けにより、分散配置でコスト低減の可能性のある浄水場と地下水源の組合せを抽出しました。



抽出フロー（水源活用ケースD）

【1次抽出】

給水区域の位置図などから、次のような長距離（数km以上）連絡管による飛び地の給水区域や長距離にわたって給水接続のない（周辺に家屋等のない）末端給水区域を抽出しました。



水源活用ケースDの1次抽出図の例

(カ) 水源活用ケースDの抽出結果

関係自治体へのヒアリング結果を踏まえて、抽出除外等の必要な調整を行い、最終的に全道で計3組の浄水場と地下水源の組合せを抽出しました（資料編 65 ページ参照）。

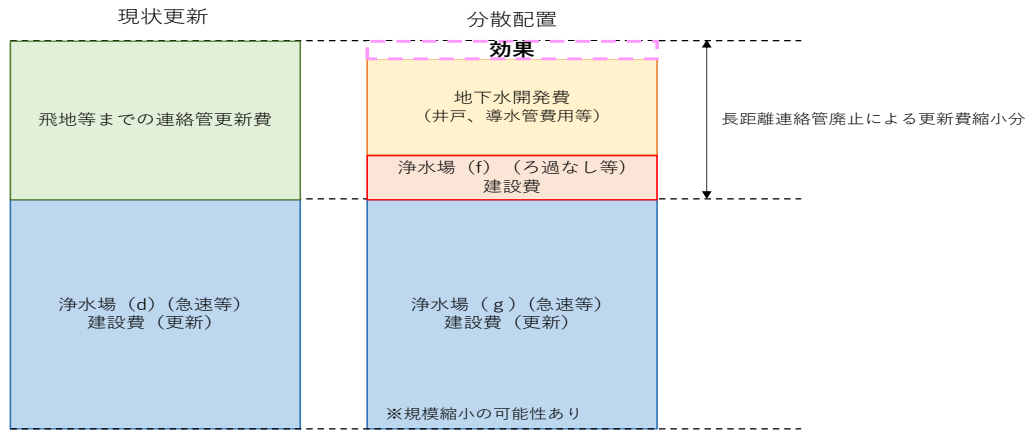
(キ) 水源活用ケースDの効果の算定

抽出した3組の組合せについて、個別に概略施設計画を作成し、現状更新時と分散配置時の経費の比較により効果を算定しました。

$$\text{効果額} = \text{「分散配置時の経費」} - \text{「現状更新時の経費」}$$

【概略施設計画の作成】

○水源活用ケースCと同様に、導水管、井戸の深さ、転換時の浄水方式などを設定、建設費、運営管理費を算定した上で現状更新時と分散配置時の経費を算定し、財政措置を考慮した自治体の実質負担額を算定・比較し、分散配置による効果を算定しました（資料編 68～71 ページ参照）。



水源活用ケースDの効果算定図（建設費）

【効果算定結果】

○抽出した3組の効果額の範囲は3億円～10億円で、分散配置による削減効果はありませんでした（資料編 73 ページ参照）。廃止となる長距離連絡管の延長が地下水源と分散地域をつなぐ導水管等の延長と比べてそれほど長くはなく、現状更新時よりも分散配置時の経費がかかる結果となったことが要因と考えられます。

ウ 浄水場の遠方監視制御システムの共同化

(ア) 前提条件

- 道立保健所の所管区域を基本に設定した 25 地域を対象に、各地域内で管理拠点を 1 箇所に集約。
- 原則、導入・未導入に関わらず、地域内の全自治体が令和 10 年度に共同導入するものと仮定。

(イ) 浄水場の遠方監視制御システムの共同化の効果の算定

【効果の算定方法】

遠方監視制御システムを各自治体が単独導入した場合と地域内で共同導入した場合の経費（導入コスト+人件費）を比較して削減効果を算定しました。

また、効果の算定期間は、厚生労働省の「実使用年数に基づく更新基準の設定例」を参考に 20 年としました。

$$\text{効果額} = \text{「共同導入時の経費(導入コスト+人件費)」} - \text{「単独導入時の経費(導入コスト+人件費)」}$$

【導入コストの算定方法】

導入コストは、遠方監視制御システムの整備費と保守費から算定しました。

整備費はメーカー見積から算定し、保守費はメーカーヒアリング結果から整備費の 10%（1 年当たり）としました。

$$\text{導入コスト} = \text{「整備費」} + \text{「保守費(整備費} \times 0.1\text{)」} \times 20 \text{ 年}$$

なお、導入コストの算定範囲は管理拠点に設置する中央監視制御装置及び各施設に設置するテレメータ、コントローラまでとし、それ以外の各設備に付随する計器等は対象外としました（資料編 76 ページ参照）。

【人件費の算定方法】

単独導入時の人件費は、運転維持管理業務全体の費用に監視制御に係る人工比率を乗じた値としました。

$$\text{「単独導入時の人件費」} = \text{「運転維持管理業務全体の費用(現状の費用(委託費+人件費))」} \\ \times \text{「人工比率(監視制御に係る業務) 33\%^{*1}」}$$

共同導入時の人件費については、集中管理拠点を地域内の浄水場（急速ろ過に限る。以下同様）のうち最大の浄水場とした上で、その浄水場の自治体の人件費（単独導入時と同様の方法で算定）に、その他の自治体の人件費を次のとおり加算して算定しました。

$$\text{「共同導入時の人件費」} = \text{「最大浄水場の自治体の人件費」} + \text{「その他の自治体の人件費」} \\ \text{「その他の自治体の人件費」} = \text{「共同導入時の人工」} \times \text{「人件費単価(9,490 千円^{*2})」} \\ \text{「共同導入時の人工」} = \text{「その他の浄水場の数」} / \text{集約監視人工(5 浄水場/名)} \times 3 \text{ 交代勤務}$$

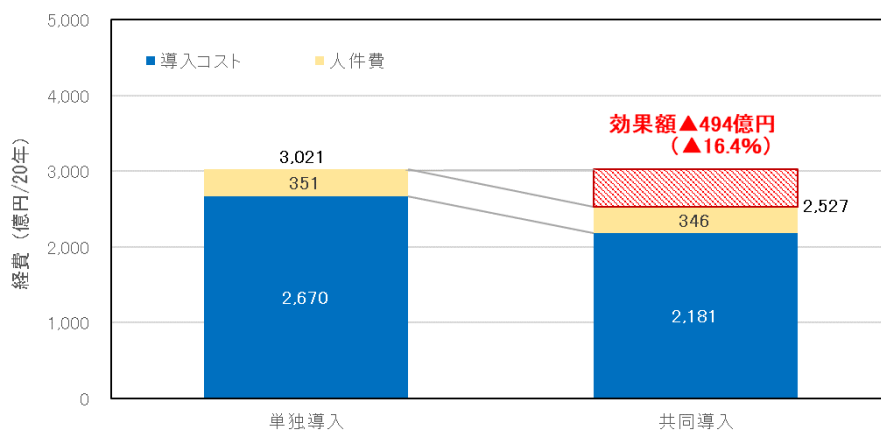
※1 監視制御に係る人工比率は、運転維持管理業務全体の 33%としました（資料編 76 ページ参照）。

※2 令和 2 年度業務で使用した 1 日の人件費から、24 時間 365 日常駐で 9,490 千円/年としました。

【効果算定結果】

○効果額の範囲は▲89億円～▲2億円（▲26.2%～▲2.3%）で、全ての地域で削減効果があり（人件費は削減効果のない地域もあったが、導入コストは全ての地域で削減効果があり、合計すると全ての地域で削減効果あり）、帯広地域や江差地域、室蘭地域などでは比較的高い削減効果（率）となりました（資料編 77 ページ参照）。

○仮に全ての地域で共同化が実現した場合の効果額を合計すると、▲494億円（▲16.4%）となりました。



全道の「浄水場の遠方監視制御システムの共同化」の
経費（導入コスト+人件費）・効果額の合計
（仮に全ての地域で共同化が実現した場合の合計）

【考察】

○本シミュレーションでは、令和 10 年度に一律に共同導入するものとしたが、現在導入している遠方監視（制御）システムは、自治体によって導入時期や仕様などが異なる可能性があることから、共同導入を実施する場合は導入時期や仕様に係る合意形成を図る必要があります。

○技術職員が不足している自治体では、遠方監視制御システムの共同導入による職員の負担軽減が期待できます。さらに、各自治体で維持管理を受託している民間企業においても、効率的な人員配置が可能となります。

○遠方監視制御システムの共同導入により、各自治体で異なる監視水準が均一化され、業務の効率化につながる可能性があります。設備等が停止した場合の起動操作は現地作業が原則となることに留意し、非常時の対応や連携体制をあらかじめ検討しておく必要があります。